

学位(博士)論文 要旨

腸脛靭帯炎の発症に関与するランニング中の 下肢関節角度と腸脛靭帯の緊張

富 山 信 次

広島大学大学院総合科学研究科

Lower Extremity Angle and Iliotibial Band Strain During Running Related Onset of Iliotibial Band Syndrome

Shinji TOMIYAMA

Graduate School of Integrated Arts and Sciences, Hiroshima University

要旨

腸脛靭帯 (iliotibial band : ITB) は大腿筋膜張筋と大殿筋の付着部ならびに腸骨稜を起始としており、股関節と膝関節の二関節を跨いで脛骨外側にあるガーディ結節に付着する (Kaplan 1958、Renne 1975)。ITBは股関節内転や膝関節内旋を制限し、股関節や膝関節の安定機構としての働くため (Fredericsonたち2000)、股関節と膝関節の両方の動きに関与する。膝関節伸展位ではITBは大腿骨外側上顆 (Lateral Femoral Epicondyle : LFE) の前方に位置している。膝関節の屈曲に伴いITBの緊張が増大し、矢状面上を前方から後方に移動し、LFEを乗り越える (Faircloughたち2006、Umeharaたち2015)。このITBがLFE上に位置する時にITBはLFEを圧迫する。この圧迫が頻発することで腸脛靭帯炎 (ITB Syndrome : ITBS) が発症する (Faircloughたち2006)。

ITBSはランニングなどの同じ動作を繰り返すスポーツで多くみられる (Tountonたち2002)。ITBSに有効なりハビリテーションとしてはITBのストレッチング、温熱療法、超音波療法などが推奨され、これらはITBの緊張を減少させる目的で

行われている (Fredericsonたち2000、Fredericsonたち2002、Lebsackたち1990)。ITBの緊張が高いとLFEを圧迫する力も大きくなり、ITBS発症に繋がる。

そのため、運動中のITBの緊張を測定することが重要となる。近年、身体モデルを用いることで動作中のITBの緊張を測定する方法が考案された (Millerたち2007)。それにより、ランニング時のITBの緊張が高い方がITBSの発症が多いことが報告された (Hamilたち2008)。しかしながら、速度・床面などの外的要因がITBの緊張の増減に及ぼす影響は不明である。

ITBとLFEとの間に生じる圧迫の頻回によってITBSが発症するため、圧迫が生じる際のITBの緊張が重要になる。しかしながら、動作中のどの局面でITBがLFEを圧迫するかについては考慮されていない。ITBがLFEを乗り越える際の膝関節屈曲角度は約30°であると報告されているが (Noble 1978)、ITBは股関節屈曲によって矢状面上を移動するため (Changたち2015)、股関節角度によって圧迫が生じる際の膝関節角度も増減すると考えられる。そのため、動作中のどの局面でITBがLFEを圧迫しているかは膝関節角度のみでなく、

股関節角度も考慮する必要がある。

近年のランニングブームによってランニング人口が増加しており、それに伴いITBSの発症数も増加している。しかしながら、ITBSの研究は進んでおらず、ランニング中のどの局面でITBに圧迫がどの程度加わっているかも不明である。ITBSの発症予防やその後のリハビリテーションに繋げるためにITBSの発症に関連するランニング中の股関節角度の影響を明らかにすることを目的とした。研究1ではITBがLFEを圧迫する際の膝関節角度を様々な股関節角度で測定することで、股関節角度がITBの矢状面上の位置に与える影響を明らかにすることを目的とした。18名の健常男性を対象にした。測定姿勢は側臥位で股関節内外旋0°、内外転0°とした。股関節角度を伸展10°、屈曲0°、屈曲20°、屈曲40°、屈曲60°の5条件に規定した。側臥位で股関節を規定の角度までゴニオメーター（東大式）で測定しながら、他動的に動かしLFEを測定者が触知したまま膝関節を屈曲させていき、ITBがLFEを乗り越えた際の膝関節屈曲角度をゴニオメーターを用いて測定した。5条件の比較にはそれぞれ対応のあるt検定を用いた。検定の多重性を考慮してBonferroni法を用いて有意水準5%を条件間で比較する数の分だけ除して調整した ($P < 0.005 = 0.05/10$)。また、得られたデータから近似式を求め、実測値と推定値の差を求めることで誤差値を算出した。測定の信頼性を確認するために同一検者が1つの条件につき3度ずつ測定を行い、級内相関係数ICC (1, 1) を算出することで、検者内信頼性を検証した。統計検定には3回計測したデータの平均値を用いた。股関節屈曲角度が増加するに伴い圧迫が生じる際の膝関節角度は有意に増加した ($p < 0.005 = 0.05/10$)。測定の検者内信頼性は5つの股関節条件全てでICC (1, 1) = 0.90以上であった。近似式は $y = 0.39x + 28.6$ (y : 膝関節屈曲角度 x : 股関節屈曲角度) であり、実測値との誤差は5つの股関節条件全てで0.80°以下であった。これまでITBがLFEを圧迫する際の膝関節角度は30°であるとされてきたが (Noble 1979)、股関節を屈曲することで30°よりも大きい膝関節角度で圧迫が生じることが明らかになっ

た。Orchardたち (1996) はランニングの接地初期に膝関節屈曲30°になるため、この局面でITBに圧迫が生じていると報告している。本研究結果から圧迫が生じる際の膝関節角度は股関節角度によって30°よりも大きくなるため、これまで報告されてきた局面でITBに圧迫が生じているかは再考する必要があることが示唆された。

そこで、研究2では股関節と膝関節角度からランニング中のどの局面でITBがLFEを圧迫しているかを推定し、その際のITBの緊張も測定することでどの局面が最もITBSの発症に関与しているかを明らかにすることを目的とした。男性長距離選手8名16脚を対象とした。20mの助走距離をとって14.4km/hの速度でランニングを実施し、6台のハイスピードカメラ (EXILIM EX-ZR1600 Casio社) を用いて120fpsで撮影した。対象の身体に44点のマーカーを貼付し、マーカー座標を三次元動作解析システムToMoCo-VM、東総システム社) を用いて算出し、ランニング時の股関節屈曲角度、股関節内転角度、股関節外旋角度、膝関節屈曲角度を求めた。分析区間は測定側の足部が床面に接地した瞬間から、次に同側の足部が床面に接地するまでとした。マーカー座標と関節角度データを基にOpenSim 3.2 (MusculoGraphics社) を用いて各対象におけるランニング時の身体モデルを作成した。Millerたちの方法を用いて身体モデルからITBの緊張 (ITB Strain) を算出した。各対象におけるランニング時の股関節屈曲角度と膝関節屈曲角度の推移と、研究1で示したITBがLFEを乗り越える際の股関節・膝関節角度のグラフ上の交点、(つまりITBとLFEの間に圧迫が生じたと推察される点) のITB Strainを求めた。分析区間でこの交点は4点存在した。足部接地前の局面、足部接地後の局面、爪先離地前の局面、爪先離地後の局面であった。4つの局面それぞれのITB Strainを対応のあるt検定にて比較し、5%未満を有意水準として統計処理を実施した。多重性を考慮して4局面それぞれの比較のためにBonferroni法を用いて有意水準の調整を行った ($p = 0.05 / 4 = 0.0125$)。全ての対象でランニング1周期中に圧迫が生じる局面は4回存在した。離地後の局面、離地前の

局面、接地後の局面、接地前の局面の順に有意にITBがLFEを圧迫する際のITBStrainが高かった ($p<0.0083$)。これまで、先行研究 (Orchardたち1996) の結果からITBSの発症に関してランニングの接地初期の局面が着目されてきた。しかしながら、本研究の結果では接地初期の局面よりも離地期前後の方がITBの緊張が高かった。そのため、離地期前後の方がITBのLFEへの圧迫力も強く、ITBSの発症に繋がっていることが示唆された。研究2では速度を規定した条件下でのランニングを測定したが、ランニング条件を変化させた際にITBの緊張が増減するかは不明である。

そこで、研究3ではランニング条件としてランニング速度を変化させた際のITBの緊張を測定した。ランニング速度の変化に伴い、股関節と膝関節の角度が変化することが予想される。ランニング速度の変化がITBの緊張に及ぼす影響を明らかにすることで、ITBSの発症した選手に対して有効な復帰基準を示唆することを目的とした。

男性長距離選手6名12脚を対象とした。20mの助走距離をとり、14.4km/hの低速条件と18.0km/hの高速条件の2条件の速度でのランニングを実施した。ランニング動作は6台のハイスピードカメラ (EXILIM EX-FC160S Casio社) を用いて120fpsで撮影した。研究2と同様に身体44点にマーカーを貼付し、三次元動作解析システムとOpenSim3.2を用いてランニング時の股関節と膝関節角度、ITBStrainを算出した。分析区間は測定側の足部接地から測定側の足部離地までとした。各試行で足部接地から離地までを相対時間 (% Time) で標準化した。

2つの速度条件間で、ランニング時の関節角度、ITB Strainをそれぞれ一元配置分散分析にて比較した。研究2と同様にITBがLFEを圧迫する局面におけるITB Strainを求めた。圧迫が生じる局面におけるITB Strainを各対象で算出し、高速条件と低速条件の2群間の比較には対応のあるt検定を用いた。さらに、接地後乗り越え時と離地前乗り越え時のITBStrainを、高速・低速の両条件の比較には対応のあるt検定を用いた。いずれの統計処理においても5%未満を有意水準とした。ITBStrain

は接地後29%から37%の時間で有意に高速条件が大きく、接地後58%から75%の時間では有意に低速条件が大きかった ($p<0.05$)。離地前の局面で低速条件の方が高速条件よりもITBStrainが大きかった ($p<0.05$)。ITBがLFEを圧迫する際のストレスの頻回によってITBSが発症するという特性から、圧迫が生じる際のITBの緊張がITBSの発症には重要な要素となる。接地期全体をみると接地前半に高速条件で、接地期後半に低速条件でITBの緊張が高くなった。しかしながら、圧迫が生じる局面のみをみると離地前の局面で低速条件の方がITBの緊張が高くなっており、低速条件の方がITBSの発症リスクが大きいことが示唆された。

本研究の結果から圧迫が生じる局面は股関節屈曲角度と膝関節屈曲角度によって決まる。つまり、ランニングフォームが変わることによって、ITBの圧迫が生じている局面が変化することになる。加えて、足部離地の前後でITBの緊張が高まるため、この際のITBの緊張を減少させることがITBSの発症予防に繋がると考えられる。ITBSの発症にあたり、ランニング中のどの局面でどの程度ITBに負荷が加わっているかを明らかにしたことで、ITBSの発症メカニズムの一部が明らかになった。また、ランニング速度によるITBS発症リスクの増減を報告できたことからITBS発症予防に繋がる見解を示唆できた。今後も研究を進めることでITBSの発症メカニズムの全貌を解明できるものを考えている。